



**Universidade Federal de Santa Maria – UFSM  
Educação a Distância da UFSM – EAD  
Universidade Aberta do Brasil – UAB**

**Curso de Pós-Graduação em Eficiência Energética Aplicada aos  
Processos Produtivos  
Polo: Panambi**

**A EFICIÊNCIA DA ILUMINAÇÃO PÚBLICA COMO FERRAMENTA  
DE GESTÃO – ESTUDO DE CASO**

FUHRMANN, Marcelo Weber<sup>1</sup>

MINUSSI, João Paulo<sup>2</sup>

**RESUMO**

A iluminação pública é essencial à qualidade de vida da população nos centros urbanos e rurais. Ela permite aos habitantes desfrutar integralmente dos espaços no período da noite, garantindo segurança de transeuntes e condutores de veículos, favorecendo o comércio e lazer noturnos e servindo também como embelezamento artificial, ao destacar monumentos, praças, parques e demais áreas públicas. A partir da publicação da Resolução ANEEL 414/2010, a qual teve como preceito transferir às prefeituras a Manutenção, Operação e Ampliação dos sistemas de iluminação que estavam sob a tutela das concessionárias de energia, a iluminação pública passou à ser um problema para os municípios, devido a falta de conhecimento para gerir os sistemas atrelado à sistemas ineficientes e dispendiosos, gerando um estado de incertezas e medo quanto à efetiva prestação deste serviço público. A escassez de recursos para a gestão dos ativos é ponto chave na discussão, pois cabe ao administrador público decidir por onerar o

<sup>1</sup> Engenheiro Eletricista. Universidade de Santa Maria, Santa Maria, RS

<sup>2</sup> Ph.D. University of Missouri, USA. Professor Orientador - Universidade Federal de Santa Maria, RS.

contribuinte ou se fazer valer de ferramentas estratégicas de gestão para tornar o sistema eficiente e autossustentável sem necessitar aumentar a incidência de tributos.

(Palavras-chave: eficiência energética, iluminação pública, serviço público.)

## **ABSTRACT**

Public lighting is essential to the quality of life of the population in urban and rural centers. It enables people to fully enjoy the spaces during the night, ensuring safety of pedestrians and drivers of vehicles, encouraging trade and nightly entertainment and also serving as artificial embellishment, highlighting monuments, squares, parks and other public areas. Since the publication of ANEEL Resolution 414/2010, which had as its precept transfer to municipalities Maintenance, Operation and Expansion of lighting systems that were under the tutelage of the power utilities, street lighting began to be a problem for municipalities due to lack of knowledge to manage linked to inefficient and costly systems, creating a state of fear and uncertainty as to the effective provision of this public service. The scarcity of resources for asset management is key point in the discussion, since it is up to the public administrator Burdening the taxpayer decide whether or enforce strategic management tools to make efficient and self-sustaining system without the need to increase taxes.

(Keywords: energy efficiency, public lighting, public service.)

## **1 INTRODUÇÃO**

A iluminação pública é de fundamental importância à população, sob a ótica da garantia da segurança do tráfego e dos pedestres. É um serviço público regido pelo artigo 30 inciso V da Constituição Federal de 1988, o qual destina esta competência as Administrações Públicas Municipais.

Ao longo dos anos esta atribuição vinha sendo desempenhada pelas concessionárias de serviço público de distribuição de energia elétrica, que detinham os ativos de iluminação e se responsabilizavam pela operação, manutenção e expansão dos sistemas, mediante a cobrança de uma contribuição de iluminação

pública.

A partir da publicação da resolução ANEEL 456/2000, definiu-se que a responsabilidade pela expansão de iluminação pública ficaria a cargo dos municípios. E por fim, com a publicação da resolução normativa ANEEL 414, de 9 de setembro de 2010, as distribuidoras deveriam transferir o sistema de iluminação pública registrado como Ativo Imobilizado em Serviço (AIS) à pessoa jurídica de direito público competente.

Muitas foram as objeções apresentadas pelas Administrações Municipais, demonstrando sua contrariedade em aceitar tal encargo, porém poucas são as liminares judiciais contrárias que ainda perduram, e até o mês de dezembro de 2014 todas as prefeituras deverão se adequar a esta nova realidade.

Sendo assim, cabe aos administradores públicos adequarem-se a nova realidade, mesmo que de forma tardia, a fim de garantir a qualidade do serviço, sem onerar os munícipes e tampouco comprometer as finanças públicas.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

A conservação da energia elétrica ou o combate ao seu desperdício é a fonte de produção mais barata e mais limpa que existe, pois não agride o meio ambiente. Assim, a energia conservada, como por exemplo, na iluminação eficiente, pode ser utilizada para iluminar uma escola ou atender um hospital, sem ser jogada fora. Conservar energia elétrica quer dizer melhorar a maneira de utilizar a energia, sem abrir mão do conforto e das vantagens que ela proporciona (Schulz Neto).

Com a publicação da Resolução Normativa ANEEL 414/2010, os sistemas de iluminação pública, tais como projeto, implantação, expansão, operação e manutenção passaram à responsabilidade dos municípios. Sendo assim, as distribuidoras de energia elétrica devem repassar seus ativos de iluminação pública para que as prefeituras passem a administrá-los sem onerar os consumidores das concessionárias através da tarifa de energia elétrica (ANEEL, Resolução 414, 2010).

O advento da gestão dos ativos de iluminação pública por parte dos governos municipais defrontará dois aspectos fundamentais: Qualidade do Serviço de Iluminação Pública e a Falta de Recursos Financeiros. A maioria dos municípios possui recursos financeiros escassos, que muitas vezes sequer conseguem pagar as faturas de iluminação pública, e que a partir de agora terão de arcar também com

a manutenção do sistema (Moreira, 2014).

A redução das despesas com energia elétrica passará a ser de fundamental importância para garantir a saúde financeira dos municípios. Desta forma, buscar eficiência energética para a iluminação pública, reduzindo despesas com energia elétrica deverá ser o carro chefe das administrações, assumindo o controle efetivo deste serviço público, através de uma gestão eficaz dos sistemas técnicos e administrativos (Eletrobrás, 2004).

Para tornar os sistemas de iluminação pública eficientes, deve-se passar pelo desenvolvimento de estudos técnicos e econômicos. Para tanto, preliminarmente, deve-se caracterizar o consumo energético dos sistemas, avaliar os ativos que o compõem e avaliar as perdas produzidas por estes, de tal forma a efetuar um levantamento geral das condições do sistema. A partir da análise dos dados levantados, devem-se estudar alternativas para a mitigação do consumo e das perdas do sistema em estudo (Barros, Borelli, & Gedra, 2012).

Deve-se ressaltar também que o espaço urbano das cidades brasileiras, seja público ou privado, proporciona frequentemente algumas características que inúmeras vezes facilitam ou levam à prática de delitos. Desta forma, devem-se realizar estudos para que de alguma forma, sejam identificadas as causas que geram a criminalidade e sua correlação com a iluminação destas áreas. Parte-se do princípio de que projetos de iluminação das cidades podem influir positivamente na queda nos níveis de criminalidade, no espaço considerado (Aver, 2013).

A elaboração de um plano de gestão para os sistemas de iluminação pública municipal deverá ser consonante com os planos de mobilidade e de gestão de energia. A fixação de metas, de ações de melhoria e a busca por recursos deverão ser a principal estratégia de negócio a fim de obter subsídios que tornem a iluminação pública uma ferramenta de gestão de sucesso, através da eficiência deste (Eletrobrás, 2004).

### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo Geral**

Viabilizar um plano municipal de eficiência da iluminação pública,

compilando as melhores formas de gestão dos ativos de iluminação pública e fornecer parâmetros para a avaliação do serviço prestado pelo Poder Público Municipal, efetuar o estudo de caso em um município do estado do Rio Grande do Sul, consonante com seu Plano Diretor e Plano de Mobilidade Urbana, para garantir o equilíbrio financeiro e a eficiência energética do sistema de iluminação pública.

### **3.2 Objetivos Específicos**

Viabilizar financeiramente o conceito de Central de Iluminação Pública sem onerar o contribuinte;

Analisar a eficiência energética no sistema de iluminação pública;

Propor um projeto de eficiência para o sistema de iluminação pública de um município do Estado do Rio Grande do Sul, tornando-o eficiente, garantindo a qualidade do serviço prestado, sem comprometer o orçamento público; e

Sanar o déficit financeiro do sistema de iluminação pública em estudo, através da substituição dos ativos ineficientes.

## **4 METODOLOGIA**

Buscando atingir os objetivos, o estudo se baseará em pesquisa bibliográfica ampla buscando compilar o maior número de experiências sobre o assunto. A consulta a profissionais ligados aos setores diretamente envolvidos na área de estudo será utilizada.

Uma avaliação pormenorizada dos produtos empregados, seu nível tecnológico, sua eficiência energética e luminosa, os preços praticados, serão importantes para o estudo de caso.

Ferramentas de análise econômica utilizadas na disciplina de Economia, Gestão e Auditorias da Energia serão utilizadas para estabelecer a viabilidade das propostas apresentadas.

## **5 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A iluminação pública é um serviço público de extrema importância para as populações municipais. Nos últimos anos, com o crescimento do consumo de

energia elétrica e a demora na implantação de novos sistemas de geração, tornar eficiente os sistemas elétricos passa a ser de fundamental importância. Assim, garantir sistemas de iluminação eficientes pode auxiliar no desenvolvimento econômico de uma região, atraindo comércio, turismo ou mesmo promovendo maior segurança em áreas residenciais.

Para o estudo de caso foi escolhido um município do estado do Rio Grande do Sul, de médio porte, com uma população de próxima de 100 mil habitantes. Este município, como boa parte dos municípios brasileiros, está com suas contas de iluminação pública desequilibradas.

Inicialmente levantaram-se informações acerca dos ativos do sistema de iluminação pública do município. Historicamente, os ativos de iluminação pública sempre estiveram em posse da concessionária local, a qual foi gestora dos ativos de iluminação pública até primeiro de dezembro de dois mil e treze. Em cumprimento à Resolução ANEEL 414/2010, a concessionária repassou os ativos de iluminação pública ao Poder Público, pela qual instituiu sua “Central de Iluminação Pública”.

Sob a tutela da Central de Iluminação Pública, encontram-se os pontos de iluminação pública elencados na Tabela 1, segregados por tipo de iluminação, potência e área de instalação:

Tabela 1 - Relação de Lâmpadas Vapor de Sódio

	Tipo	Lâmpada (W)	Reator (W)	Quantidade de Pontos	Perímetro
VAPOR DE SÓDIO	VS 400	10800	972	27	Urbano
	VS 250	27000	3240	108	Urbano
	VS 150	391950	57486	2613	Urbano
	VS 70	322140	64428	4602	Urbano
	VS 400	400	36	1	Rural
	VS 250	1750	210	7	Rural
	VS 150	29400	4312	196	Rural
	VS 70	31780	6356	454	Rural
	VS 400	11200	1008	28	Total
	VS 250	28750	3450	115	Total
	VS 150	421350	61798	2809	Total
	VS 70	353920	70784	5056	Total
	<b>Total</b>	<b>815220</b>	<b>137040</b>	<b>8008</b>	<b>Total</b>

Tabela 2 - Relação de Lâmpadas Vapor Metálico

<b>VAPOR METÁLICO</b>	<b>Tipo</b>	<b>Lâmpada (W)</b>	<b>Reator (W)</b>	<b>Quantidade de Pontos</b>	<b>Perímetro</b>
	<b>VMET 250</b>	<b>18750</b>	<b>1725</b>	<b>75</b>	<b>Urbano</b>
	<b>Total</b>	<b>18750</b>	<b>1725</b>	<b>75</b>	<b>Total</b>

Tabela 3 - Relação de Lâmpadas Vapor de Mercúrio

	<b>Tipo</b>	<b>Lâmpada (W)</b>	<b>Reator (W)</b>	<b>Quantidade de Pontos</b>	<b>Perímetro</b>
	<b>VM 400</b>	<b>400</b>	<b>40</b>	<b>1</b>	<b>Urbano</b>
	<b>VM 125</b>	<b>113375</b>	<b>12698</b>	<b>907</b>	<b>Urbano</b>
	<b>VM 80</b>	<b>122000</b>	<b>15250</b>	<b>1525</b>	<b>Urbano</b>
<b>VAPOR DE MERCÚRIO</b>	<b>VM 400</b>	<b>2800</b>	<b>280</b>	<b>7</b>	<b>Rural</b>
	<b>VM 125</b>	<b>20000</b>	<b>2240</b>	<b>160</b>	<b>Rural</b>
	<b>VM 80</b>	<b>14640</b>	<b>1830</b>	<b>183</b>	<b>Rural</b>
	<b>VM 400</b>	<b>3200</b>	<b>320</b>	<b>8</b>	<b>Total</b>
	<b>VM 125</b>	<b>133375</b>	<b>14938</b>	<b>1067</b>	<b>Total</b>
	<b>VM 80</b>	<b>136640</b>	<b>17080</b>	<b>1708</b>	<b>Total</b>
	<b>-</b>	<b>273215</b>	<b>32338</b>	<b>2783</b>	<b>Total</b>

A partir das Tabelas de 1 à 3, pode se estabelecer as potências totais instaladas de lâmpadas, reatores e a quantidade de pontos de iluminação, as quais são demonstradas na Tabela 4:

Tabela 4 - Ativos Totais de Iluminação

<b>Lâmpada (W)</b>	<b>Reator (W)</b>	<b>Quantidade de Pontos</b>	<b>Perímetro</b>
<b>1006415</b>	<b>155839</b>	<b>9858</b>	<b>Urbano</b>
<b>100770</b>	<b>15264</b>	<b>1008</b>	<b>Rural</b>
<b>1107185</b>	<b>171103</b>	<b>10866</b>	<b>Total</b>

Com a consolidação da análise dos ativos em serviço do sistema de iluminação pública, passa-se à análise financeira do sistema.

A energia consumida pelo sistema de iluminação pública do município é fornecida por duas concessionárias de distribuição de energia elétrica, sendo aplicada a tarifa B4a (Rede de Distribuição). Na Tabela 5 são elencadas as tarifas das distribuidoras, dadas por suas respectivas Resoluções Homologatórias, sem impostos:

Tabela 5 - Tarifas Aplicáveis no Consumo da Iluminação Pública

<b>Tarifa B4a (R\$)</b>	
<b>Concessionária A</b>	<b>0,21233</b>
<b>Concessionária B</b>	<b>0,14944</b>

A Concessionária A é responsável pelo sistema de distribuição na área urbana do município, enquanto a Concessionária B é responsável pelo sistema de distribuição na área rural do município. Com a apresentação dos valores das tarifas, podemos calcular os custos com energia do sistema atual.

De acordo com a Resolução ANEEL 414/2010 o valor diário de tempo, para fins de cálculo, da utilização da iluminação pública é de 11,87 horas (11 horas e 52 minutos). Portanto, estabelecem-se os custos atrelados ao consumo de energia elétrica, conforme demonstrado na Tabela 6:

Tabela 6 - Custos Com energia

		<b>Consumo (kWh)</b>	<b>Custo (R\$)</b>	<b>Impostos (R\$)</b>
<b>URBANO</b>	<b>Horário</b>	<b>1162,25</b>	<b>246,78</b>	<b>66,46</b>
	<b>Diário</b>	<b>13795,95</b>	<b>2.929,30</b>	<b>788,85</b>
	<b>Mensal</b>	<b>413878,65</b>	<b>87.878,85</b>	<b>23.665,47</b>
	<b>Anual</b>	<b>4966543,79</b>	<b>1.054.546,24</b>	<b>283.985,59</b>
<b>RURAL</b>	<b>Horário</b>	<b>116,03</b>	<b>17,34</b>	<b>4,67</b>
	<b>Diário</b>	<b>1377,32</b>	<b>205,83</b>	<b>55,43</b>
	<b>Mensal</b>	<b>41319,71</b>	<b>6.174,82</b>	<b>1.662,86</b>
	<b>Anual</b>	<b>495836,49</b>	<b>74.097,80</b>	<b>19.954,28</b>
<b>TOTAL</b>	<b>Horário</b>	<b>1278,29</b>	<b>335,25</b>	<b>-</b>
	<b>Diário</b>	<b>15173,28</b>	<b>3.979,40</b>	<b>-</b>
	<b>Mensal</b>	<b>455198,36</b>	<b>119.381,99</b>	<b>-</b>
	<b>Anual</b>	<b>5421742,15</b>	<b>1.432.583,92</b>	<b>-</b>

Os impostos incidentes sobre a energia consumida pelo sistema de iluminação pública, composto de ICMS, PIS/PASEP e COFINS, são da ordem de 21,21%. Assim, o custo médio anual com o consumo de energia elétrica é da ordem de R\$ 1.432.583,92.

Os custos de manutenção da iluminação pública, além da contabilização do consumo, deverão prever os custos operacionais e de manutenção. A manutenção do sistema do município em estudo é apresentada na Tabela 7, sendo segregada por custos médios de material e mão de obra:

Tabela 7 - Custos Médios de Operação e Manutenção

	<b>Mensal (R\$)</b>	<b>Anual (R\$)</b>
<b>Material</b>	<b>9.040,13</b>	<b>108.481,56</b>
<b>Mão de Obra</b>	<b>12.097,74</b>	<b>145.172,88</b>
<b>Total</b>	<b>21.137,87</b>	<b>253.654,44</b>

Os custos atrelados à operação e manutenção do sistema explicitadas na Tabela 7 compõem, em conjunto com a energia consumida, os gastos relacionados ao sistema.

Para cobrir os custos da iluminação pública é cobrada dos munícipes uma Contribuição para Custeio da Iluminação Pública – CIP. Historicamente a atual forma da CIP tem origem na emenda constitucional nº 39 de 19/12/2002, a qual teve o intuito de regularizar a cobrança desta contribuição, para custear as contas públicas de operação, manutenção e ampliação dos sistemas de iluminação pública.

No município em estudo, a arrecadação média através da CIP é apresentada na Tabela 8:

Tabela 8 - Arrecadação Média da CIP

	<b>Mensal (R\$)</b>	<b>Anual (R\$)</b>
<b>Urbana</b>	<b>123.288,33</b>	<b>1.479.459,96</b>
<b>Rural</b>	<b>5.141,86</b>	<b>61.702,32</b>
<b>Total</b>	<b>128.430,19</b>	<b>1.541.162,28</b>

A arrecadação média de cerca de R\$ 128.430,19 mensais representa a única fonte exclusiva de recursos para o custeio da iluminação municipal. Desta forma, cabe ao gestor público garantir o equilíbrio entre o dispêndio e a arrecadação para a manutenção do serviço.

Analisando-se os custos e a arrecadação atrelados, tem-se na Tabela 9 o fluxo de caixa do serviço de iluminação pública no município, composto pelos valores arrecadados e despendidos:

Tabela 9 - Balanço Financeiro do Sistema de Iluminação Pública

<b>Entradas</b>	<b>Mensal (R\$)</b>	<b>Anual (R\$)</b>
<b>Arrecadação - CIP</b>	<b>128.430,19</b>	<b>1.541.162,28</b>
<b>Custo com Energia</b>	<b>(119.381,99)</b>	<b>(1.432.583,92)</b>
<b>Custo Operacional</b>	<b>(21.137,87)</b>	<b>(253.654,44)</b>
<b>Balanço</b>	<b>(12.089,67)</b>	<b>(145.076,08)</b>

Com um déficit mensal médio de cerca de 12 mil reais e uma previsão média de déficit anual de R\$ 145.076,08 evidencia-se a necessidade da realização de um diagnóstico do sistema de iluminação. O diagnóstico consiste em uma profunda análise do sistema de iluminação pública onde se procura identificar as irregularidades encontradas e promover as recomendações técnicas voltadas para a eficiência energética do sistema, visando à eliminação de desperdício e a redução de despesas com energia elétrica.

Uma das principais técnicas de eficiência de sistema de iluminação pública advém da técnica de redução da potência das lâmpadas instaladas. Deve-se optar sempre por lâmpadas que apresentem o fluxo luminoso devido para o local a ser iluminado e que possuam uma maior vida útil em comparação ao sistema instalado.

A análise inicial dos componentes da iluminação pública do município em estudo, apresenta 1.067 pontos de lâmpadas de vapor de mercúrio de 125W. A principal característica destas lâmpadas é sua baixa eficiência luminosa, da ordem de 48 lm/W, com fluxo luminoso nominal de 6000lm, vida média de 14.000 horas, além dos problemas ambientais relacionados ao descarte do mercúrio e da emissão de radiação ultravioleta.

Comparando-se com as tecnologias disponíveis no mercado, apresenta-se duas principais alternativas às lâmpadas vapor de mercúrio de 125W: As lâmpadas de vapor de sódio de 70W e iluminação à LED HDA 60W.

As lâmpadas de vapor de sódio de 70W apresentam uma vida média de 16.000 horas, podendo chegar à 24.000 horas. A eficiência média da lâmpada de sódio é bem maior que a de mercúrio, cerca de 85,7 lm/W, tendo ambas o mesmo fluxo luminoso nominal de 6000lm, sendo que a depreciação do fluxo luminoso da lâmpada de sódio é menor, tanto que ao final de 14000 horas seu fluxo luminoso é cerca de 60% maior que a lâmpada de mercúrio e apresenta baixa emissão de radiação ultravioleta. As desvantagens das lâmpadas de vapor de sódio são a cor amarela que dificulta a definição de cores, porém para a iluminação externa a identificação de cores não se mostra um problema crítico e à necessidade de descarte especial, pois possui gases nocivos.

O sistema de iluminação pública aplicando um conjunto de LED de 60W apresenta uma vida média de 50.000 à 100.000 horas. O LED apresenta baixíssimo custo de manutenção, devido a sua longa vida útil e é indicada para situações de

difícil acesso de instalação e manutenção das luminárias, como: pontes, altas estruturas ou iluminações de segurança. O conjunto de 60W possui um fluxo luminoso de 6.140 lm e sua eficiência é de cerca de 100 lm/W. O LED produz calor mínimo, além de não emitir raios infravermelhos e/ou ultravioletas e são recicláveis. A principal desvantagem do LED é seu alto custo de implantação em substituição aos sistemas atuais..

Para a análise dos projetos de eficiência do sistema de iluminação, deve ser levado em consideração o cálculo do Valor Presente Líquido – VPL ou Tempo de Retorno do Investimento – Payback, considerando neste a vida média dos equipamentos em simulação.

Apresentadas as características das lâmpadas segue-se para a análise de viabilidade econômica, sobre a substituição dos 1.067 pontos compostos de lâmpadas vapor de mercúrio 125W. A análise de consumo de energia é apresentada na Tabela 10, comparando os três tipos de iluminação:

Tabela 10 - Comparativo de Consumo de Energia

	<b>Consumo de Energia (R\$)</b>		
	<b>VM 125W - Atual</b>	<b>VS 70W</b>	<b>LED HDA 60W</b>
<b>Consumo Mensal</b>	<b>13.601,76</b>	<b>8.219,77</b>	<b>5.871,26</b>
<b>Consumo Anual</b>	<b>163.221,13</b>	<b>98.637,23</b>	<b>70.455,16</b>

A partir da avaliação de redução com a implantação dos novos sistemas de iluminação é efetuada a análise da viabilidade do projeto de implantação dos novos sistemas, conforme demonstrado na Tabela 11:

Tabela 11 - Custos de Implantação dos Novos Sistemas

	<b>Equipamentos</b>		
	<b>VM 125 - Atual</b>	<b>VS 70</b>	<b>LED HDA 60</b>
<b>Vida útil (horas)</b>	<b>14000</b>	<b>16000</b>	<b>50000</b>
<b>Vida útil (anos)</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>12</b>
<b>Fluxo Luminoso (lm)</b>	<b>6000</b>	<b>6000</b>	<b>6140</b>
<b>Custo do Conjunto (R\$)</b>	<b>57,41</b>	<b>68,20</b>	<b>879,47</b>
<b>Custo do Investimento (R\$)</b>	<b>61.256,47</b>	<b>122.384,90</b>	<b>988.009,99</b>
<b>Redução de Consumo (R\$)</b>	<b>-</b>	<b>64.583,90</b>	<b>92.765,97</b>
<b>Taxa i (%)</b>		<b>11</b>	
<b>VPL (R\$)</b>	<b>-</b>	<b>238.449,63</b>	<b>(256.083,98)</b>
<b>Payback (anos)</b>	<b>-</b>	<b>1,89</b>	<b>10,65</b>

O custo médio dos materiais para investimento levam em consideração os custos de mercado no varejo. No caso do município este valor poderá sofrer uma redução significativa em virtude da utilização das modalidades de licitação pública. Já os custos totais de investimento levam em consideração além dos materiais envolvidos, o custo da mão de obra terceirizada, ao valor de R\$ 46,50 o homem/hora e a taxa de retorno a SELIC.

Historicamente o tempo de trabalho para a substituição de um conjunto de iluminação Lâmpada e Reator é de cerca de 30 minutos. Considerando o disposto na Norma Regulamentadora – NR 10, para trabalhos em eletricidade é necessária a composição de uma equipe com no mínimo dois eletricitas, assim o cálculo do investimento considerou a quantidade de 1 homem/hora para a substituição de cada ponto de iluminação.

O tempo de retorno dos investimentos, em ambas as simulações, apresentam-se dentro do tempo de vida útil dos equipamentos. Economicamente a substituição do atual sistema de iluminação de mercúrio por lâmpadas vapor de sódio evidencia-se como a melhor opção, com um custo aproximado de R\$ 122.384,90, o projeto apresentou retorno em menos da metade da vida útil dos equipamentos, cerca de 1,89 anos e o Valor Presente Líquido apresenta vantagem em relação ao VPL do projeto de substituição de LED.

Após a implementação do projeto de substituição do sistema de vapor de mercúrio de 125W pelo sistema vapor de sódio de 70W, teremos o resultado financeiro apresentado da Tabela 12:

Tabela 12 - Resultado Pós Substituição do Sistema de 125W

	<b>Mensal (R\$)</b>	<b>Anual (R\$)</b>
<b>Resultado Pré Eficiência</b>	<b>(12.089,67)</b>	<b>(145.076,08)</b>
<b>Resultado Pós Eficiência - 125W</b>	<b>(6.707,68)</b>	<b>(80.492,18)</b>

A substituição do sistema irá implicar em uma redução média mensal nos custos operacionais de R\$ 5.381,99. Isso representa em termos absolutos, uma economia anual média de R\$ 64.583,90. Mesmo com esta redução, o sistema persiste deficitário economicamente.

Resta a análise de substituição das lâmpadas de vapor de mercúrio de 80W, porém estas apresentam um fluxo luminoso muito baixo e que por vezes é motivo de

amplas reclamações dos contribuintes. Assim, para esta simulação foram utilizadas lâmpadas vapor de sódio de 70W e Lâmpadas LED HDA de 40W, com fluxo luminoso de 6000 e 5100 lumens respectivamente, enquanto o fluxo da lâmpada de vapor de mercúrio de 80W apresenta um fluxo luminoso de 3.000 lumens. Este incremento de fluxo luminoso, além de tornar eficiente o sistema, irá contemplar os anseios da população pela melhoria na iluminação pública.

O atual sistema possui 1.708 pontos de iluminação de vapor de mercúrio de 80W. Partindo do pressuposto de substituição integral destes, por equipamentos mais eficientes, considerando lâmpadas vapor de sódio 70W e equipamentos LED de 40W, obtém na Tabela 13 o comparativo de consumo entre os três elencados:

Tabela 13 - Comparativo de Consumo de Energia

	<b>Consumo de Energia (R\$)</b>		
	<b>VM 80 - Atual</b>	<b>VS 70</b>	<b>LED HDA 60</b>
<b>Consumo Mensal</b>	<b>14.284,70</b>	<b>13.332,39</b>	<b>6.348,76</b>
<b>Consumo Anual</b>	<b>171.416,42</b>	<b>159.988,66</b>	<b>76.185,08</b>

A partir dos dados demonstrados, verifica-se uma economia média de consumo anual de R\$ 11.427,76 com a implantação do sistema de vapor de sódio e uma economia média anual de R\$ 95.231,34 com a implantação de equipamentos tipo LED. Isto representa uma economia média de 6,66% com a implantação de lâmpadas vapor de sódio de 70W e de 55,55% de economia com a implantação do sistema de iluminação de LED de 40W. Diante do exposto analisa-se a viabilidade do investimento, conforme a Tabela 14:

Tabela 14 - Custos de Implantação dos Novos Sistemas

	<b>Equipamentos</b>		
	<b>VM 80 - Atual</b>	<b>VS 70</b>	<b>LED HDA 40</b>
<b>Vida útil (horas)</b>	<b>14000</b>	<b>16000</b>	<b>70000</b>
<b>Vida útil (anos)</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>16</b>
<b>Fluxo Luminoso (lm)</b>	<b>3000</b>	<b>6000</b>	<b>5180</b>
<b>Custo do Conjunto (R\$)</b>	<b>53,92</b>	<b>68,20</b>	<b>769,70</b>
<b>Custo do Investimento (R\$)</b>	<b>92.095,36</b>	<b>275.329,60</b>	<b>1.394.069,60</b>
<b>Redução de Consumo (R\$)</b>	<b>-</b>	<b>11.427,76</b>	<b>95.231,35</b>
<b>Taxa i (%)</b>		<b>11</b>	
<b>VPL (R\$)</b>	<b>-</b>	<b>(335.487,48)</b>	<b>(444.314,88)</b>
<b>Payback (anos)</b>	<b>-</b>	<b>24,09</b>	<b>14,64</b>

Conforme utilizado para o cálculo de substituição das lâmpadas de 125W, a viabilidade da substituição das lâmpadas de 80W de mercúrio considera os custos médios de mercado no varejo, o custo da mão de obra terceirizada contratada, a SELIC como taxa de retorno e 1 homem/hora para execução.

Considerando-se os dois sistemas propostos e analisando-se pelo Valor Presente Líquido – VPL, as duas propostas não se mostram mais atraentes. Porém pelo cálculo do Payback, o retorno com a implementação do sistema de LED de 40W mostra-se dentro da expectativa de vida útil média do equipamento. Assim, considerando, neste caso, que o projeto fica dentro do prazo máximo admissível de payback, considera-se o projeto apto para execução.

Portanto, com a implementação do projeto de substituição dos pontos de 80W de mercúrio, tem-se o seguinte fluxo de caixa apresentado na Tabela 15:

Tabela 15 - Resultado Pós Substituição do Sistema de 125W e 80W

<b>Balanco</b>	<b>Mensal (R\$)</b>	<b>Anual (R\$)</b>
	<b>(12.089,67)</b>	<b>(145.076,08)</b>
<b>Resultado Pós Eficiência - 125W</b>	<b>(6.707,68)</b>	<b>(80.492,18)</b>
<b>Resultado Pós Eficiência - 80W</b>	<b>1.228,26</b>	<b>14.739,17</b>

Com a implantação do projeto de eficiência dos pontos de vapor de mercúrio de 80W, tem-se uma redução média de consumo mensal de R\$ 7.935,95 e uma redução média anual de R\$ 95.231,35. Assim a iluminação pública do município passará a ter um superávit mensal médio de R\$ 1.228,26 e uma perspectiva anual de R\$ 14.739,17.

Os custos totais para a viabilização do projeto de substituição dos conjuntos de vapor de mercúrio são vistos na Tabela 16, a seguir:

Tabela 16 – Total de Investimentos Necessários

<b>Vapor de Sódio 70 W (R\$)</b>	<b>122.384,90</b>
<b>LED HDA 40W (R\$)</b>	<b>1.394.069,60</b>
<b>Total (R\$)</b>	<b>1.516.454,50</b>

Considerando-se que no primeiro ano haverá uma redução de consumo em torno de R\$ 159.815,25, será necessário ao município disponibilizar de seu caixa o total de R\$ 1.356.639,25. Estes recursos, necessários para a viabilização do projeto, podem ser próprios ou através de financiamento. Atualmente os municípios têm a

disponibilidade do programa Reluz do Procel, a possibilidade de parceria com a concessionária de energia local através do programa de Eficiência Energética ou através do descontingenciamento de recursos junto ao tesouro nacional.

## **6 CONCLUSÕES FINAIS**

A crise das contas públicas de grande parte dos municípios brasileiros, que por sua vez exigem alteração no pacto federativo, é refletida através de seus sistemas de iluminação pública. Observa-se a falta de experiência atrelada à carência de técnica, fazendo dos parques de iluminação uma verdadeira seara de ineficiência, justificada convencionalmente pela falta de recursos.

Além da ineficiência de parte dos sistemas nota-se que os agentes estão pouco preocupados com a sustentabilidade. Sistemas compostos por tecnologias obsoletas, a base de vapor de mercúrio podem ajudar a degradar ainda mais o meio ambiente, principalmente pelo desconhecimento em relação ao correto descarte dos resíduos.

A elaboração de uma auditoria energética nos sistemas de iluminação pública é a principal ferramenta para que o gestor público tome conhecimento da real situação dos ativos de seu município. É a partir da auditoria que são apresentados os dados iniciais para a composição de projetos de eficiência energética em cada uma das áreas em estudo e a partir dos levantamentos iniciais é que se fornecem os subsídios necessários para a tomada de decisão acerca do planejamento estratégico municipal, garantindo assim o equilíbrio das contas públicas.

O projeto apresentado para o município em estudo, prevê tornar eficiente o sistema de iluminação através da substituição dos conjuntos de vapor de mercúrio por conjunto vapor de sódio e LED, com um investimento inicial de R\$ 1.356.639,25, para que haja uma redução média anual nos gastos de R\$ 159.815,25. Assim, um município atualmente deficitário poderá apresentar um leve superávit, essencial para uma gestão equilibrada e sem onerar os consumidores através do aumento da carga tributária municipal.

Além das vantagens financeiras obtidas através da execução do projeto, através da mitigação do consumo de energia elétrica, a redução da demanda no horário de ponta, poderá auxiliar às concessionárias do serviço público de

distribuição de energia elétrica a dimensionar suas redes de distribuição. A demanda aproximada que será retirada dos sistemas de distribuição será de cerca de 0,144 MW, representando cerca de 0,5% nas maiores demandas registradas e cerca de 0,7% nos períodos de menor demanda.

Dentre os benefícios tangíveis também se destacam o aumento do fluxo luminoso, a melhoria na definição da visualização dos objetos, a instalação de conjuntos LED totalmente recicláveis e a diminuição de conjuntos com gases nocivos à saúde humana e ao meio ambiente. Há ainda os benefícios intangíveis que vão desde a satisfação da população até a possível redução de índices de criminalidade.

## **7 RECOMENDAÇÕES E SUGESTÕES**

A gestão de ativos da iluminação pública é um campo novo na concepção das administrações municipais. Passa-se por um momento de mudança, onde se torna primordial o levantamento das informações do comportamento de cada um dos sistemas, se estes são autossustentáveis ou deficitários, dando ao administrador ferramentas que auxiliem na tomada de decisão a fim de auferir bons resultados.

Este trabalho teve-se ao quesito de formular uma alternativa para mitigar os custos operacionais de um sistema de iluminação pública. Muitas outras podem ser utilizadas, assim como a demonstração de outras fontes de recursos para angariar soluções em prol da eficiência dos sistemas. Assim a pesquisa acerca as fontes de recursos como os programas de eficiência energética da ANEEL, o programa Reluz do Procel, análise do descontingenciamento de recursos do tesouro federal e também a possibilidade de implantação de parcerias público-privadas, poderão mover novos trabalhos a fim de auxiliar aos gestores públicos.

Ademais também poderão ser fruto de novos estudos, a influência da capacitação de setores da administração pública na gestão de ativos, o dimensionamento das “Centrais de Iluminação Pública”, a influências da implantação de sistemas de gerenciamento e controle, a implantação de centrais de coordenação de serviços municipais e também a elaboração de uma cartilha geral para pequenos e médios municípios para gestão de seus sistemas de iluminação.

## 8 REFERÊNCIAS

- ANEEL, A. N. (2010). **Resolução 414 (Revisão 1 ed., Vol. Módulo 8)**. Brasília, Distrito Federal, Brasil.
- Aver, A. (Janeiro de 2013). **A relação Iluminação Pública e Criminalidade**. Especialize , 1-14.
- Barros, B. F., Borelli, R., & Gedra, R. L. (2012). **Gerenciamento de Energia**. São Paulo, São Paulo, Brasil: Érica.
- Eletrobrás, C. E. (2004). **Gestão Energética Municipal (1ª Edição ed., Vol. 4)**. Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil.
- Martins, G. M. (2014). **Notas de Aula**. Disciplina de Economia, Gestão e Auditorias da Energia . UFSM.
- Moreira, B. (2014). **Iluminação Pública: de quem é a responsabilidade?** O Setor Elétrico , 64 - 71.
- Schulz Neto, W. (s.d.). **Iluminação Pública**. Série de Cadernos Técnicos . Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura.